

University of Groningen

Adverse events following cervical manual physical therapy techniques

Kranenburg, Hendrikus

DOI:
[10.33612/diss.108344065](https://doi.org/10.33612/diss.108344065)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Kranenburg, H. (2019). *Adverse events following cervical manual physical therapy techniques*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.
<https://doi.org/10.33612/diss.108344065>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.



SUMMARY AND GENERAL DISCUSSION

8

SUMMARY

The aim of this PhD thesis was to get an insight into adverse events following manual physical therapy. The first study (**chapter two**) in this thesis describes a survey which showed that patients with cervical complaints are the largest group of patients in Manual Physical Therapists' out-patient clinics in The Netherlands. Furthermore, there is a significant difference in preferred treatment techniques between the upper cervical spine on one hand, and the mid/ lower cervical spine, thoracic spine and lumbar spine on the other hand. Clinicians indicated that, when comparing mid/ lower cervical spine, they use thrust manipulations with a high velocity and low amplitude less often in the upper cervical spine, they are less confident performing these upper cervical manipulations and feel that upper cervical manipulations are less safe than mid/ or lower cervical manipulations. The clinical experience of the therapist did not influence these results. This special status of the upper cervical spine might be amplified by the separate upper cervical professional standard in The Netherlands.

To obtain consensus on a classification system of adverse events after cervical manual physical therapy techniques, a Delphi study was performed (**Chapter 3**). Consensus was obtained amongst manual physical therapists, medical specialists and patients. The classified adverse events were linked to the International Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10) and the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). (World Health Organisation, 2012, 2001) The adverse events were classified in relation to severity (no, minor or major) and duration (hours, days, weeks). Mild to strong consensus was achieved on 29 of the 34 adverse events for all durations. For the remaining five adverse events, consensus was accomplished in two of three durations.

To gain insights in adverse events following cervical manipulations and mobilizations, a systematic review of case studies was performed (**chapter 4**). The review focused on characteristics of patients, clinicians and treatments in order to extract a patient profile for patients with an increased risk on major adverse events following cervical manual therapies. In most cases, major adverse events were associated with cervical manipulations and most patients were treated for the indication of neck pain. Furthermore, in 57% of the cases a cervical arterial dissection was reported and almost half of all patients had immediate symptoms following treatment. Unfortunately, characteristics of cases in the included studies were described poorly and therefore no clear patient profile, related to the risk of adverse events following cervical manipulations, could be extracted.

Although occurring sporadically, cervical arterial dissections seem the most described major adverse event following cervical manual physical therapy. With a case-control study (**Chapter 5**), it was attempted to identify risk factors for cervical arterial dissections following cervical manipulations. Cases of patients diagnosed with a cervical arterial dissection were retrospectively collected over three years (2014-2016) in the neurology department, neurosurgery department and the emergency department of the University Medical Center Groningen. Neck pain or headache patients receiving cervical manipulations in primary care were included as controls. Cases and controls were matched by gender and age. Firstly, the proportion of cases with a cervical manipulation in the period before the arterial dissection were identified. Secondly, differences in characteristics between cases and controls were analyzed. The risk factors for cervical arterial dissection as described by the International Federations of Orthopedic Manual Physical Therapists (IFOMPT) were used as a base. (Rushton et al., 2014) The proportion of patients with a cervical arterial dissection that received a manipulation prior to the arterial dissection is 4%. Cervical manipulations does not seem to be an important cause for arterial dissections. The comparison between the cases and the controls revealed no relevant risk factors. These results confirmed the difficulty clinicians in primary care experience when identifying patients with an increased risk for a cervical arterial dissection. Results also confirm that the IFOMPT framework is not sufficient to identify patient with an increased risk for a dissection after manual physical therapy.

To explore whether altering head and neck positions actually compromises cervical hemodynamic parameters, as literature suggests that this may be a risk factor in manual physical therapy, a systematic review was performed (**chapter 6**). It is hypothesized that mechanical stress on cervical arteries can cause a cervical arterial dissection particularly, in patients with pre-existent vascular pathologies. Therefore, insights in factors like potential changes of blood flow velocity or blood flow volume in varying positions and movements, might help to enhance diagnostic reasoning and the safety of interventions. The 31 included studies comprised data on 2254 participants. The combined data suggest that in the majority of people, most positions and movements of the cranio-cervical region do not have an effect on hemodynamic parameters. That means, in conclusion, that positions and movements of the cranio-cervical region are no risk factor related to adverse events following manual physical therapy.

A prospective cohort study (**chapter 7**) was performed over 12 months in The Netherlands to determine the number, type and predictors of adverse events following treatments by manipulative therapists. Factors related to patients, clinicians and the treatments were inventoried. Additionally, the Health and Youth Care Inspectorate and professional associations were asked to share reported adverse events. An independent privacy monitoring board was founded to supervise the ethical aspects of the data collection, i.e. privacy, in order to increase the participation on the study. Data were collected from 392 treatments. Clinicians averagely treated 3.5 cervical patients per day using 0.99 manipulations, 2.9 mobilizations and 1.8 exercises per treatment. Most reported adverse events were minor. No adverse events were reported in our sample. Two major adverse events were reported to the IGJ in that period. The incidence of major adverse events was estimated at 1:2.869.020 cervical manipulations. No strong predictors for adverse events could be determined.

GENERAL DISCUSSION

Manual physical therapy is considered as being effective for non-specific neck pain and neck related headache.(Bier et al., 2018; Blanpied et al., 2017; Gross et al., 2015; Moore et al., 2017) However, there is a debate in literature and amongst clinicians about the use of these therapeutic interventions in relation to the risk of complications following manual physical therapy. Within the process of clinical reasoning, clinicians should weigh the potential risks against the potential benefits. Up till now, there is lack of information about the frequency of occurrence and characteristics of adverse events following manual physical therapy (and comparable interventions) applied to the cervical spine. Insight in the numbers needed to treat and numbers needed to harm is, to our knowledge, missing.

The general aim of this thesis was to identify patients which are more at risk for adverse events following manual physical therapy by identifying and understanding risk factors within the patient, therapist and treatment techniques. Unfortunately, by using a systematic literature review and using prospective and retrospective cohort studies it was not possible to identify exclusive predictors for adverse events following cervical manipulations. The combination of the complexity and rarity of the adverse events made it challenging to achieve that purpose. Additionally, in the few cases in which a major adverse event was present, most clinical symptoms were overlapping the arterial and musculoskeletal domain. Therefore, it is good to realize that the tools to identify major adverse events are limited. Arterial tests seem invalid, and no strong characteristics in patients, clinicians or treatment techniques have been identified yet. Moreover, even the IFOMPT framework seems not able to differentiate between patients with complaints originating from the musculoskeletal and arterial system. This confirms the difficulty clinicians experience in practice to identify patients at risk. Although they present themselves scarcely, only the patients that present with very distinctly deviating symptoms can be identified in clinic. The majority of patient with a cervical arterial dissection can only be identified in a last stage of the process by severe neurological symptoms. However, it remains the duty of the clinician to keep trying to recognize those patients, while extremely difficult, as early as possible. Although risk factors and predictors are lacking and altered neck positions do not seem to increase mechanical stress to an arterial wall during treatments, clinicians should not leave a stone unturned as it comes to patient safety but keep being realistic at the same time. Due to low incidence of cervical arterial dissections and the high diagnostic costs, it is not realistic to do a Magnetic Resonance Angiography (MRA) for every patient who qualifies for cervical spinal manipulations. Especially, since causality has not been established.

In line with the scarce information available regarding the potential risks, little is known about the additional benefits of cervical manipulations over other interventions. (Gross et al., 2015) The added value over other (manual) techniques seems limited and raises the question why cervical manipulations should be performed at all. However, two points are easily overlooked in that essential debate that should be ongoing. Firstly, the fact that major adverse events are more often described in case reports following cervical manipulations (**chapter four**) could be the result of a publication bias. Simply, as the commonly occurring cavitation during the manipulation makes a manipulation easier to identify during treatment than a mobilization. Especially in The Netherlands where you are obligated to sign an informed consent as a patient for all upper cervical manipulations. Additionally, the performed prospective study (**chapter 7**) showed no significant differences between manipulations, mobilization, exercises or a combination of the above mentioned for adverse events. Secondly, that little added value of an intervention in comparison to other interventions, such as a cervical manipulation vs mobilizations, has been described yet, doesn't mean the intervention should be abandoned when risks are utterly low. However, it does mean that all possible precautions should be taken to prevent adverse events. Therefore, it is still advised to be cautious with manipulative techniques in the cervical spine and only to use them after a solid patient history and when the symptoms seem reproducible from the musculoskeletal system. After such a sound diagnostic process and a correct execution of treatment techniques, a clinician remains responsible but cannot be held liable.

Nevertheless, if an adverse event has occurred it will be traumatic for both, the patients and clinician, but should be reported. Preferably, this reporting should be done by the treating clinician for they probably have the most relevant details available. For example, details about the patient's history prior to the dissection as well as details about the given treatment and used techniques. The introduced classification system of adverse events should contribute to the clarification of the severity of an adverse event and simplify the reporting of it. However, it is also advised that the Health and Youth Care Inspectorate and professional associations focus on a reporting system that is focused primarily to gain insight in the process and therewith enhance prevention. Therefore, it might work best when such a system has a non-punitive character, guards against blaming and shaming, and supports the clinician. The clinician also might be considered a second victim, since it is also traumatic for the clinician. However, a clinician remains responsible for his/ her actions and should not be discharged from the obligation to report.

Whilst the causal relationship between the adverse events and the cervical manipulation regularly remains unclear, the incidence of major adverse events is low. Consequently, it is extra important to report all cases. Therefore, it might be time for professional associations take responsibility and initiate and facilitate an international, and preferably interprofessional, registry based on the before mentioned criteria.

METHODOLOGICAL CONSIDERATIONS

Unfortunately, the number of included participants in our survey, prospective study and case-control study were limited. When using the number of cervical manipulations (2.869.020) as estimated in the performed prospective cohort study (**chapter 7**) for a power calculation, a general confidence level of 80% and a margin of error of 5% results in a sample size of 164 people. However, given the sensitivity of the subject a confidence level of 95% might be more in place. Which would result in a desired sample size of 385 patients experiencing a major adverse event. Even though it was tried by all means it was therefore difficult to make firm statements on incidence or risk factors. This emphasizes the importance for clinicians to participate in such studies. Given the rarity of major adverse events high participation numbers of clinicians and patients are necessary. To organize studies including such large numbers of participants, an international collaboration is strongly advised. Therefore, it might be wise that an international professional association like IFOMPT initiates such a study which is and facilitated and led by national professional associations.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS FOR FUTURE RESEARCH

Most manual physical therapy treatments are without adverse events and cervical manipulations seem safe. Most adverse events are minor and major adverse events are scarce and causality remains frequently undecided. However, in clinical practice it remains difficult to identify patients at risk due to the low incidence and wide variation of presented symptoms. Well organized, larger studies with a longer duration that are supported and carried internationally might cut the mustard. And if such a system can be facilitated worldwide and interprofessionally, intercultural and interprofessional differences could be measured as well.

NEDERLANDSE SAMENVATTING

Manueel therapeutische behandelingen worden frequent toegepast bij patiënten met nek- en/of hoofdpijn. Naast oefeningen en advies over houding en beweging bestaan deze behandelingen uit mobiliserende of manipulatietechnieken. Mobiliserende technieken onderscheiden zich van manipulatietechnieken door een verschil in de snelheid waarmee de handeling wordt uitgevoerd en in de bewegingsuitslag. De snelheid waarmee de handeling wordt uitgevoerd bij een mobilisatie is aanzienlijk lager en de beweging vindt plaats over een groter traject dan bij een manipulatie. Zowel onder leken als onder zorgprofessionals bestaat de veronderstelling dat manueel therapeutische handelingen die worden toegepast aan de halswervelkolom (cervicale wervelkolom) kunnen leiden tot complicaties. Er is tot nu toe geen duidelijk causaal verband gevonden tussen de handelingen en ernstige complicaties. Bovendien wordt slechts sporadisch casuïstiek gepubliceerd met ernstige complicaties die tijdens of na manuele behandelingen van de halswervelkolom ontstaan zijn. De schattingen van het voorkomen van complicaties variëren enorm. Daarnaast is niet duidelijk welke patiënten een hoger of lager risico lopen op dergelijke complicaties. Meer duidelijkheid daarover is van belang voor zowel therapeut als patiënt.

Het doel van dit proefschrift was om meer inzicht te krijgen in aard en de omvang van potentiële complicaties na het toepassen van manueel therapeutische handelingen aan de cervicale wervelkolom bij mensen met nekpijn en/of hoofdpijn. De eerste studie (**hoofdstuk 2**) in dit proefschrift beschrijft dat het grootste aandeel van de patiënten die een manueel therapeut consulteert in een Nederlandse eerstelijns praktijk dat doet wegens klachten aan de halswervelkolom. Daarnaast wordt er door manueel therapeuten verschillend gedacht over het toepassen van behandeltechnieken in de hoog cervicale, mid/ laag cervicale, thoracale en lumbale wervelkolom. Therapeuten gaven aan dat ze, in vergelijking met mid/ en laag cervicaal, hoog cervicaal minder vaak manipulatietechnieken gebruiken omdat ze bang zijn voor het optreden van ernstige complicaties. Tevens gaven manueel therapeuten aan dat ze minder zelfverzekerd zijn bij het uitvoeren van manipulaties in de hoog cervicale regio ten opzichte van dezelfde technieken in de laag en mid cervicale regio. De klinische ervaring van de therapeut lijkt deze opvattingen niet te beïnvloeden. De speciale status die de hoog cervicale wervelkolom daarmee inneemt wordt wellicht versterkt doordat er een expliciete toestemmingsprocedure gevolgd moet worden voorafgaande aan een hoog cervicale manipulatie. Deze procedure bevat een voorlichting waarin de potentiële risico's en baten besproken moeten worden en de patiënt bij voorkeur een handtekening zet op een informed

consentformulier. Deze procedure is manueel therapeuten opgelegd door de Nederlandse Vereniging voor Manuele Therapie.

Voor het melden van complicaties na manuele therapie is het belangrijk dat het duidelijk is wat er wordt verstaan onder een complicatie. Met andere woorden: welke potentiële symptomen volgend op cervicale manuele therapie worden er beschouwd als complicatie. Om tot een classificatiesysteem voor complicaties na cervicale manuele therapie te komen, waarover overeenstemming bestaat, is een Delphi-studie uitgevoerd (**hoofdstuk 3**). In een Delphi studie wordt in een aantal vragenrondes door experts, die voor elkaar anoniem zijn, geprobeerd een consensus te bereiken. Voor het bereiken van overeenstemming over een classificatiesysteem voor complicaties na cervicale manuele therapie is aan een panel van 31 manueel therapeuten, medisch specialisten en patiënten gevraagd deel te nemen aan het onderzoek. De Delphi-studie leidde tot de volgende resultaten: de potentiële complicaties zijn gekoppeld aan de Internationale Classificatie van Ziekten en Gezondheid gerelateerde problemen (ICD-10) en de Internationale Classificatie van Functie, beperking en gezondheid (ICF). De complicaties zijn ingedeeld naar ernst (geen, licht en zwaar) en duur (uren, dagen en weken). Milde tot sterke overeenstemming is behaald in 29 van de 34 complicaties (zoals bijvoorbeeld: overgeven, pijn, CVA en overlijden) voor alle tijdseenheden (uren, dagen en weken). Voor de overige vijf complicaties (depressie, gewrichtspijn, paniek aanvallen, draaiduizeligheid en visuele verstoringen) werd consensus bereikt in twee van de drie tijdseenheden.

Om een inzicht te krijgen in de aard van de complicaties na cervicale manipulaties is na een systematische beoordeling en analyse een overzicht van casusstudies uitgevoerd (**hoofdstuk 4**). Dit overzicht concentreerde zich, naast de aard van de beschreven complicaties, op karakteristieken van patiënten, behandelaren en behandelingen met als doel om een patiëntprofiel of patiënten met een hoger risico op complicaties na cervicale manuele therapie te identificeren. In de meeste casussen werden ernstige complicaties geassocieerd met cervicale manipulaties. De meeste patiënten werden behandeld voor nekpijn. In 57% van de casussen werd een scheur van de halsslagader (dissectie) gerapporteerd en van die patiënten ervoer bijna de helft direct na de handeling de eerste symptomen. De karakteristieken waren in de meeste geïnccludeerde artikelen matig beschreven. Daarom kon er geen profiel geëxtraheerd worden van patiënten die een vergroot risico lopen op ernstige complicaties na cervicale manuele manipulaties.

Een scheur van de halsslagader komt zelden voor na cervicale manipulaties, maar lijkt wel de meest beschreven ernstige complicatie te zijn. Middels een case-control studie, een studie waarin karakteristieken van patiënten met een scheur in de halsslagader (cases) vergeleken worden met karakteristieken van patiënten die cervicale manipulatie ondergaan (controls) en waarbij er geen complicaties optraden, (**hoofdstuk 5**). In deze studie is geprobeerd risicofactoren voor een scheur van de halsslagader na cervicale manipulatie te inventariseren. Informatie van patiënten met een scheur van de halsslagader is verzameld over een periode van 3 jaar (2014-2016) op de afdelingen neurologie, neurochirurgie en de spoedeisende hulp van het Universitair Medisch Centrum Groningen. Patiënten met nekpijn en hoofdpijn die cervicale manipulaties ondergingen in een regulier behandeltraject werden geïnccludeerd als controlegroep. Cases en controls werden 1-op-1 gekoppeld op basis van geslacht en leeftijd. Allereerst werd de groep met cases met een recente cervicale manipulatie in de periode voorafgaande aan de scheur van de halsslagader onderzocht. Vervolgens zijn de verschillen in karakteristieken tussen de cases en de controls geanalyseerd. De risicofactoren voor inscheuring van de halsslagader, zoals beschreven door de International Federation of Orthopedic Manual Therapists (IFOMPT), werden gebruikt als referentie. (Rushton et al., 2014) Slechts 4% (n=2) van de patiënten met een scheur van de halsslagader had een recente cervicale manipulatie ondergaan. Cervicale manipulaties lijken een zeer beperkte rol te spelen bij het ontstaan van een scheur van de halsslagader. De analyses van de karakteristieken van de cases en de controls lieten geen relevante risicofactoren zien. Deze resultaten bevestigen dat het moeilijk is om de patiënten met een verhoogd risico op cervicale dissectie te identificeren. De resultaten laten ook zien dat het IFOMPT framework niet afdoende is om patiënten met een verhoogd risico op inscheuring van de halsslagader na cervicale manipulaties te identificeren.

Er wordt in de literatuur verondersteld dat mechanische stress op de wand van een slagader, in het bijzonder inscheuring van de halsslagader, kan veroorzaken. Inzicht in de veranderingen van bloeddoorstromingssnelheid en doorstromingsvolume bij positieveranderingen van de halswervelkolom kunnen van waarde zijn bij het klinisch redeneren en de te kiezen behandeltechniek. Er werd een systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd om te onderzoeken of hier aanwijzingen voor zijn (**hoofdstuk 6**). De 31 studies die geïnccludeerd zijn bevatten de gegevens van 2254 deelnemers. De gecombineerde resultaten suggereren dat de meeste positieveranderingen in de halswervelkolom niet van invloed zijn op de bloedstrooming. Concluderend kan daarmee gesteld worden dat veranderingen

van positie van de halswervelkolom tijdens het uitvoeren van een behandeling geen risicofactor lijkt zijn bij inscheuring van de halsslagader na cervicale manipulaties.

In **hoofdstuk 7** is gedurende 12 maanden in Nederland een prospectieve cohortstudie uitgevoerd. Het doel van deze studie was het aantal, het type en voorspellers van complicaties na cervicale manipulaties vast te stellen. Gegevens van 392 behandelingen zijn verzameld. Behandelaren rapporteerden gemiddeld 3,5 cervicale behandelingen per dag. Daarbij gebruikten ze per behandeling gemiddeld 0,99 manipulaties, 2,9 mobilisaties en 1,8 oefeningen. De meeste gerapporteerde complicaties waren licht van aard. In onze verzamelde data werden geen ernstige complicaties gemeld. Aanvullend op de prospectieve cohortstudie zijn meldingen van complicatie na manueel therapeutische behandelingen bij de Inspectie Gezondheidszorg en Jeugd (IGJ) en de beroepsverenigingen van manueel therapeuten en chiropractors opgevraagd. De IGJ rapporteerde twee ernstige complicaties in dezelfde 12 maanden waarin de prospectieve studie werd uitgevoerd. Op grond van de gevonden gegevens wordt de incidentie van ernstige complicaties geschat op 1 op 2.869.020 cervicale manipulaties. Er zijn geen sterke voorspellers voor ernstige complicaties gevonden.

REFERENCES

- Bier, J.D., Scholten-Peeters, W.G., Staal, J.B., Pool, J., van Tulder, M.W., Beekman, E., Knoop, J., Meerhoff, G., Verhagen, A.P., 2018. Clinical practice guideline for physical therapy assessment and treatment in patients with nonspecific neck pain. *Phys. Ther.* 98, 162–171. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx118>
- Blanpied, P.R., Gross, A.R., Robertson, E.K., Sparks, C., Clewley, D., Elliott, J.M., Devaney, L.L., Walton, D.M., 2017. Neck Pain: Revision 2017. *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.* 47, A1–A83. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.0302>
- Gross, A., Langevin, P., Burnie, S.J., Bédard-Brochu, M.S., Empey, B., Dugas, E., Faber-Dobrescu, M., Andres, C., Graham, N., Goldsmith, C.H., Brønfort, G., Hoving, J.L., Leblanc, F., 2015. Manipulation and mobilisation for neck pain contrasted against an inactive control or another active treatment. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015, CD004249. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004249.pub4>
- Moore, C.S., Sibbritt, D.W., Adams, J., 2017. A critical review of manual therapy use for headache disorders: Prevalence, profiles, motivations, communication and self-reported effectiveness. *BMC Neurol.* 17, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12883-017-0835-0>
- Rushton, A., Rivett, D., Carlesso, L., Flynn, T., Hing, W., Kerry, R., 2014. International framework for examination of the cervical region for potential of Cervical Arterial Dysfunction prior to Orthopaedic Manual Therapy intervention. *Man. Ther.* 19, 222–8. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.11.005>
- World Health Organisation, 2012. International Classification of Diseases (ICD-10) [WWW Document]. WHO. <https://doi.org/10.1177/1071100715600286>
- World Health Organisation, 2001. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) [WWW Document]. WHO. URL <http://apps.who.int/classifications/icfbrowser/>

DANKWOORD

Een proefschrift schrijf je niet alleen, velen hebben hieraan bijgedragen. Een aantal wil ik graag persoonlijk bedanken.

Prof Dr. C.P. van de Schans, beste Cees, dank voor je fijne begeleiding. Ik heb genoten van onze samenwerking, je flexibiliteit en de vrijheid die je me gaf om naast dit traject ook mijn andere dingen te kunnen blijven doen. Je ervaring en persoonlijkheid brachten duidelijkheid, een gestructureerd overzicht, een onvoorwaardelijke bereikbaarheid in tijden van 'crisis' en goede gesprekken die vaak ongepland waren. Dank voor alles, ik wens je veel moois en geluk toe in je snel naderende pensioen. **Dr. M.A. Schmitt, beste Maarten**, wat was ik zenuwachtig voor onze eerste afspraak, maar wat ben ik blij dat je me de afgelopen jaren zo intensief hebt willen begeleiden! Onze wekelijkse Skype mis ik nu al. Je warmhartige persoonlijkheid, analytische vermogen, welwillendheid om tactisch gevraagd en ongevraagd advies te geven over meer dan alleen de inhoud, je methodologische input, je kunst om me aan de hand te nemen en tegelijkertijd een schop onder mijn kont te geven stimuleerden me en waardeer ik enorm. Ik ben blij dat we nog een aantal mooie dingen samen kunnen doen. **Dr. G.J. Luijckx, beste Gert Jan**, je blik als medicus was onmisbaar en in combinatie met je humor van essentiële waarde tijdens dit promotietraject. Doordat je beroepsmatig regelmatig dingen van een hele andere kant belichtte was je inbreng altijd voorzien van een enorme hoeveelheid kritische, duidelijke, verhelderende en tegelijkertijd ook relativerende input. Heren; gezamenlijk waren jullie een stimulerend begeleidingsteam waar ik mezelf kon zijn, waar ik enorm veel van geleerd heb en jullie hebben me naar nieuw niveau getild. De overleggen waren op een manier waarvan ik hou: altijd productief maar zeker nooit saai. DANK!

Dr. Louie Puentedura, what a pleasure it was to work with you! Your tremendous knowledge and willingness to share it is a true example. **Dr. Nicola Heneghan**, your sharp and analytic feedback was of great value. Let's keep doing some nice work together. **Dr. Lucy Thomas**, we first met in Glasgow after your lecture at the IFOMPT congress, your eagerness to dive into the topic of cervical dissections is inspiring. I'm still enjoying our Skype meetings. I'm glad that we have some nice projects together now! **Dr. Nathan Hutting**, ik had nooit verwacht dat we zo veel projecten samen zouden doen. Laten we proberen met onze gezamenlijke passie voor dit onderwerp het nog een stap verder te brengen.

De leden van de **beoordelingscommissie Prof. Dr. B. Koes, Prof. Dr. B. Cagnie, en Prof. Dr. J. van der Naalt**, hartelijk dank voor uw tijd en aandacht bij het lezen van het manuscript. De overige leden van de **corona prof. dr. P.U. Dijkstra, Prof. dr. L.P. Voogt, Prof. dr. J.P. de Vries en dr. M. Uyttenboogaard** dank ik voor de komst naar het verre Groningen; hartelijk dank voor uw bijdrage aan mijn openbare verdediging. Ik kijk uit naar een stevige gedachtewisseling.

Collegae van lectoraat; het kostte me even tijd om te wennen, maar het is een warme groep. Het is mooi om te zien hoe collega promovendi binnenkomen en uiteindelijk promoveren. Hoe ervaren onderzoekers en lectoren voor iedereen beschikbaar zijn, met iedereen willen meedenken, maar ook een stevige discussie niet schromen. De ondersteuning te krijgen van de dames van het secretariaat; jullie zijn een onmisbare spil. Niet iedereen is bij naam te noemen, maar twee personen wil ik persoonlijk graag bedanken: **Dr. Lies ter Beek, beste Lies**, wat hebben we veel kunnen delen tijdens onze gezamenlijke tijd bij het lectoraat. Dat ik jouw paranimf mocht zijn was een enorm leuke ervaring én fijne voorbereiding op mijn eigen promotie. Dank daarvoor. **Dr. Willemke Nijholt, beste Willemke**, zoals jij altijd voor iedereen klaar staat, ongelofelijk. Samen paranimf bij Lies en nu bijna gelijktijdig promoveren. Ik hoop dat we nog lang mogen samenwerken bij de HanzeHogeschool.

Leden van **het CVB van de Hanzehogeschool en Arwin Nimis**, dank voor de geboden mogelijkheid en fascilitatie van dit traject. **Jan Peter Landsman, beste Jan Peter**, je bent een fijne teamleider. Dank voor de tijd die je altijd voor me maakt. Ik zal me met plezier weer meer inzetten voor de opleiding. **Collegae van de opleiding fysiotherapie**, dank voor alle getoonde interesse en leuke discussies. Ik heb weer zin om me meer in te zetten voor het onderwijs en laten we vooral met zijn allen blijven proberen de kloof tussen wetenschap, onderwijs en praktijk te blijven verkleinen. **Dr. Hans van de Leur, dr. Sandra Jorna, dr. Betty Oosterhof, dr. Betsy Weening en Baudina Visser**; kamergenoten van wat ooit **A0.34** was: Wat was het fijn om zo veel gepromoveerde of promoverende kamergenoten te hebben. Perspectief is cruciaal zeggen ze soms, jullie gaven het me op alle vlakken. **Baudina**, 'mattie', fantastisch dat je mijn paranimf wilt zijn. Geniet van je eigen promotietraject, het is voorbij voor je het weet.

François Maissan, Stefan Buikema en prof.dr. Lennart Voogt, jullie waren destijds de eerste bestuursleden van de NVMT waar ik contact mee had aan het begin van mijn traject. Dank allemaal voor jullie stimulans, kritische vragen en goede

gesprekken. Lennart, fantastisch dat je in de corona wilt plaatsnemen, ik zie ernaar uit!

Gert Messchendorp, dr. Jan Pool: jullie input is van grote waarde geweest. Dank!
Robert James Goddard, Deborah den Herder, thanks for your valuable help.

Paul Kocken, Marleen Top en Ellen Bijlsma. Beste Paul, Marleen en Ellen; wat is het een plezier om samen in de praktijk te werken. Fysiotherapie Hooiweg was voor allemaal een nieuwe stap, maar wat mij betreft succesvol! Ik geniet elke week weer van de twee dagen patiëntenzorg in onze mooie praktijk en van onze samenwerking.

Sjoerd, collega, maar bovenal vriend: finis coronat opus. Houdt die gedachte vast in je eigen traject, je bent een topper. **Radmer,** ik denk dat onze vriendschap het meest geleden heeft onder de 'druk' van dit proefschrift. Wat mij betreft plannen we voor komend voorjaar weer een weekend in de rotsen. **Ton,** ze zeggen dat onder druk alles vloeibaar wordt, behalve jouw vingers en onze vriendschap. Dank voor je luisterende oor. **Jappe,** al meer dan 20 jaar mijn buddy. Dank voor de mooie avonturen samen, het aanhoren van alle ideeën en verhalen, je plagerij en je relativiseringsvermogen. Geweldig dat je in vol ornaat aan mijn zijde wilt staan bij de verdediging. **Pa, Ma, Hugo, Peter en José,** dank voor jullie stimulans, grappen en begrip voor mijn regelmatige afwezigheid of kortere aanwezigheid. Ik hoop dat we nog lang met zijn allen van elkaar mogen genieten. **Loek en Cathy,** dank voor jullie luisterende oren en voor al jullie oppasmomenten. Als jullie bij Ide en Renske waren, dan voelde ik me altijd iets minder schuldig ten opzichte van hen.

Lieve **Ide en Renske,** jullie geboorte zorgde voor een nieuwe structuur, dynamiek en relativiseringsvermogen. Ik ben enorm trots op jullie en hou heel veel van jullie!

Maaïke; Naast een fijn luisterend, relativiserend en meedenkend oor heb je me geholpen alle ballen in de lucht te houden. Je hebt er veel voor gelaten als ik weer eens weg was of als ik toch nog iets moest schrijven. Dankzij jouw vertrouwen, steun en flexibiliteit vonden we als gezin altijd een weg. Zonder jou was dit allemaal nooit gelukt. BEDANKT. TQM.

RESEARCH INSTITUTE SHARE

This thesis is published within the **Research Institute SHARE** (Science in Healthy Ageing and healthcare) of the University Medical Center Groningen / University of Groningen.

Further information regarding the institute and its research can be obtained from our internet site: <http://www.share.umcg.nl/>

More recent theses can be found in the list below.
(supervisors are between brackets)

2019

Löwik CAM

Early prosthetic joint infection after primary total joint arthroplasty; risk factors and treatment strategies
(*prof SK Bulstra, dr M Stevens, dr PC Jutte*)

Bosker RJJ

Teaching, learning and implementation of laparoscopic colon surgery
(*prof JPEN Pierie, prof RJ Ploeg*)

Graaf G de

Eyes on the prize: early economic evaluation to guide translational research; Examples from the development of biomarkers for type 2 diabetes
(*prof E Buskens, dr D Postmus*)

Bernardes TP

Hypertensive disorders of pregnancy; occurrence, recurrence and management
(*prof HM Boezen, prof P van den Berg, prof BW Mol, dr H Groen*)

Tuitert I

Synergies and end-effector kinematics in upper limb movements
(*dr RM Bongers, prof RJ Bootsma, prof E Otten*)

Velthuis F

Unraveling the complexities of enacting change in undergraduate medical curricula
(*prof ADC Jaarsma, dr E Helmich, dr H Dekker*)

Brown NJL

Can positive emotions improve physical health? An examination of some claims from positive psychology

(prof AV Ranchor, dr CJ Albers)

Hagedoorn EI

Collaborative partnership between family caregivers and nurses in the care of older hospitalized persons

(prof CP van der Schans, prof T Jaarsma, dr W Paans, dr JC Keers)

Botes R

Aging and wellbeing: investigating elderly preferences and values

(prof E Buskens, prof AVR Ranchor, dr KM Vermeulen)

Ong KJ

Economic aspects of public health programmes for infectious disease control; studies on Human Immunodeficiency Virus & Human Papillomavirus

(prof MJ Postma, prof M Jit, dr K Soldan, dr AJ van Hoek)

Oosterhaven J

Hand eczema; impact, treatment and outcome measures

(dr MLA Schuttelaar, prof PJ Coenraads)

Postma DBW

Affordance-based control in running to catch fly balls

(prof KAPM Lemmink, dr FTJM Zaal)

Nuenen FM van

Screening of distress and referral need in Dutch oncology practice

(prof HBM van de Wiel, dr JEHM Hoekstra-Weebers, dr SM Donofrio)

Olthof SBH

Small-sided games in youth soccer; performance and behavior compared to the official match

(prof KAPM Lemmink, dr WGP Frencken)

For earlier theses visit our website